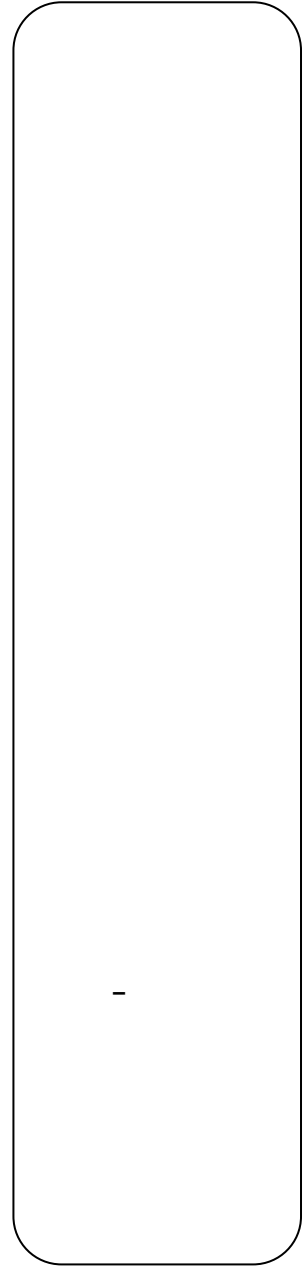


PCA

()



PCA

(TPM) (Total predictive maintenance)

. []

. []

(Predictive maintenance)

(Total predictive maintenance)

TPM

. []

TPM

TPM .

. []

TPM

TPM

(Imprecise)

TPM .

. []

. []

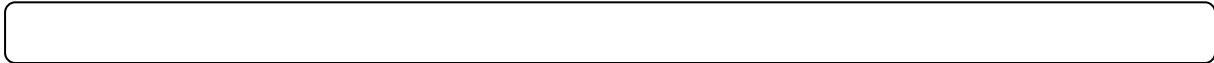
TPM

(He)

[]

(Feedforward)

TPM



(PCA)

[] (Wang Knapp)

soft-max

(Backpropagation)

(SCG) (Scaled Conjugate Gradient)

CNC

[] (Lee Becraft)

[] (Mrossi Mazzieri Lucifredi)

Javadpur Knapp)

dynamic kriging

(Real

[] (Wang

Time)

ARTMAP

[] (Molina)

(NNMP)

[] (Knapp Javadpur)

(Neural Network Maintenance Predictive)

[] (Jones Evans Bansal)

ARTMAP

[] (Bansal)

PCA

[]

«Bjest»

MFNN .

« »

[]

)

(

t_k

x_k

(Multilayered Feedforward

(MFNN) Neural Network)

$[0,1]^n$

$$x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T \in \mathbb{R}^n$$

()

(MFNN)



$$(x_i(k))K$$

$$(w_{ij}(k))$$

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \Delta w_{ij}(k)$$

$$\Delta w_{ij}(k)$$

$$\Delta w_{ij}(k) = F[e_j(k)] = F[t_j(k) - Y_j(k)]$$

(Low) (Medium)

(y_j) j

$$[x_1, x_2, \dots, x_n]^T$$

()

Q

$$Q = \sum_{k=1}^N [Y(x_k) - t_k]^2$$

W_{ij}

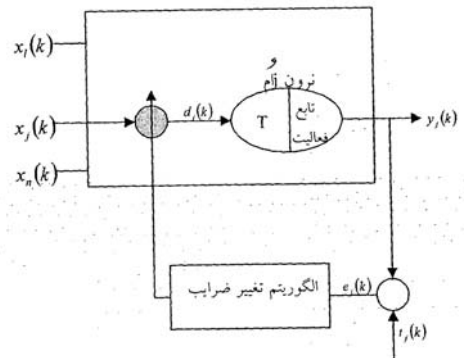
w

$$\Delta W_{ij} = -\eta \frac{\partial Q}{\partial W_{ij}}$$

$$\eta \in (0/1)$$

j i

()

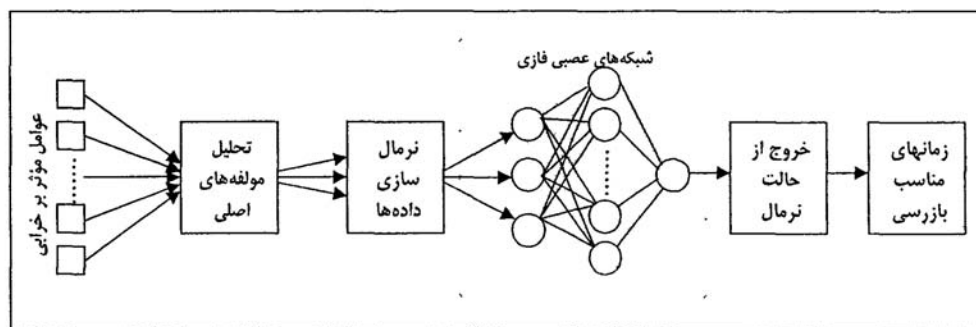


()

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|----|----|-----|-----------|------|-----------|------|------|----|
| ۱۲ | ۲/۲۳ | ۱۷ | ۳۸ | ۱۴ | ۳۸ | ۲۱۰۰ | ۴۱ | ۱۸ | ۳ | ۱۴/۲ ۵ | ۴۴ | ۱۳/۲ ۵ | ۴۱ | ۲۰۴۰ | ۱ |
| ۱۵ | ۲/۲۳ | ۱۷ | ۳۸ | ۱۷ | ۳۸ | ۲۱۰۰ | ۴۲ | ۲۵ | ۳/۱ | ۱۴/۵ | ۴۵ | ۱۴ | ۴۴ | ۲۰۶۰ | ۲ |
| ۱۰ | ۲/۲۸ | ۱۶ | ۳۶/۵ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۶ | ۲۰۵۰ | ۴۳ | ۲۷ | ۳/۱ | ۱۴/۷ ۵ | ۴۶ | ۱۴/۵ | ۴۵ | ۲۰۶۰ | ۳ |
| ۱۰ | ۲/۲۳ | ۱۶/۲ ۵ | ۳۸ | ۱۶/۲ ۵ | ۳۸ | ۲۱۰۰ | ۴۴ | ۲۵ | ۳/۱ | ۱۴/۵ | ۴۶ | ۱۴ | ۴۵ | ۲۰۲۰ | ۴ |
| ۱۴ | ۲/۳ | ۱۶ | ۳۸ | ۱۶ | ۳۸ | ۲۱۰۰ | ۴۵ | ۴۰ | ۳/۱ | ۱۴/۵ | ۴۶ | ۱۴/۵ | ۴۶ | ۲۱۰۰ | ۵ |
| ۱۵ | ۲/۳ | ۱۶ | ۳۸ | ۱۶ | ۳۸ | ۲۱۰۰ | ۴۶ | ۲۵ | ۳/۲ | ۱۵ | ۴۸ | ۱۴/۵ | ۴۶ | ۱۹۸۰ | ۶ |
| ۲۲ | ۲/۵ | ۱۶ | ۴۰ | ۱۶ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۴۷ | ۳۵ | ۳/۱ | ۱۵/۵ | ۴۹ | ۱۵/۵ | ۴۷ | ۲۱۰۰ | ۷ |
| ۲۰ | ۲/۵ | ۱۵/۷ ۵ | ۴۰ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۸/۷ ۵ | ۲۰۶۰ | ۴۸ | ۳۰ | ۳/۲ | ۱۵/۵ | ۵۰ | ۱۵/۵ | ۵۰ | ۲۱۰۰ | ۸ |
| ۲۴ | ۲/۵۴ | ۱۵/۵ | ۳۹/۵ | ۱۵/۵ | ۳۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۴۹ | ۳۵ | ۳/۲ | ۱۵/۵ | ۴۹ | ۱۵/۵ | ۴۹ | ۲۱۰۰ | ۹ |
| ۱۴ | ۲/۵۹ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۹/۵ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۵۰ | ۳۵ | ۳/۲ | ۱۵ | ۴۸ | ۱۵ | ۴۸ | ۲۱۰۰ | ۱۰ |
| ۳۲ | ۲/۹ | ۱۵/۷ ۵ | ۴۱/۵ | ۱۵/۷ ۵ | ۴۱/۵ | ۲۱۰۰ | ۵۱ | ۳۵ | ۳ | ۱۶ | ۴۹ | ۱۵/۵ | ۴۸ | ۲۰۵۰ | ۱۱ |
| ۳۵ | ۲/۹ | ۱۵/۷ ۵ | ۴۱/۵ | ۱۵/۷ ۵ | ۴۱/۵ | ۲۱۰۰ | ۵۲ | ۳۰ | ۳/۱ | ۱۶ | ۵۰ | ۱۶ | ۵۰ | ۲۱۰۰ | ۱۲ |
| ۲۰ | ۲/۹ | ۱۶ | ۴۲ | ۱۶ | ۴۲ | ۲۱۰۰ | ۵۳ | ۴۰ | ۳ | ۱۵/۵ | ۴۶ | ۱۶/۲ ۵ | ۴۸ | ۲۱۶۰ | ۱۳ |
| ۳۰ | ۲/۶ | ۱۵/۵ | ۴۱ | ۱۵/۵ | ۴۱ | ۲۱۰۰ | ۵۴ | ۲۴ | ۳/۳ | ۱۵ | ۴۹ | ۱۵ | ۴۹ | ۲۱۰۰ | ۱۴ |
| ۳۶ | ۲/۶ | ۱۶/۵ | ۴۲/۷ ۵ | ۱۵/۵ | ۴۰/۷ ۵ | ۲۰۲۰ | ۵۵ | ۲۰ | ۳/۱ | ۱۴/۵ | ۴۵ | ۱۶ | ۵۱ | ۲۱۸۰ | ۱۵ |
| ۳۸ | ۲/۵ | ۱۶/۵ | ۴۲/۷ ۵ | ۱۶/۵ | ۴۲/۷ ۵ | ۲۱۰۰ | ۵۶ | ۸ | ۳/۳ | ۱۴/۷ ۵ | ۵۰ | ۱۴/۷ ۵ | ۵۰ | ۲۱۰۰ | ۱۶ |
| ۳۵ | ۲/۵ | ۱۷ | ۴۲/۷ ۵ | ۱۷/۵ | ۴۴ | ۲۱۵۰ | ۵۷ | ۱۴ | ۳/۵ | ۱۴ | ۴۹ | ۱۴ | ۴۹ | ۲۱۰۰ | ۱۷ |
| ۳۵ | ۲/۵ | ۱۵ | ۳۷/۵ | ۱۷ | ۴۱/۲ ۵ | ۲۱۵۰ | ۵۸ | ۱۲ | ۳/۵ | ۱۴ | ۴۹/۵ | ۱۴ | ۴۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۱۸ |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----------|------|-----------|-----------|------|----|----|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|----|
| ۳۲ | ۲/۴ | ۱۶/۵ | ۴۰ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۸ | ۲۱۵۰ | ۵۹ | ۱۶ | ۳/۶۹ | ۱۳/۲ ۵ | ۴۹ | ۱۲/۵ | ۴۸ | ۲۰۰۰ | ۱۹ |
| ۲۸ | ۲/۳ | ۱۷/۵ | ۴۱ | ۱۷/۵ | ۴۱ | ۲۰۶۰ | ۶۰ | ۶ | ۲/۸ | ۱۵ | ۴۳ | ۱۵ | ۴۳ | ۲۱۰۰ | ۲۰ |
| ۲۶ | ۲/۲ | ۱۷/۷ ۵ | ۴۰ | ۱۷/۷ ۵ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۶۱ | ۱۵ | ۲/۸ | ۱۵ | ۴۴ | ۱۵/۵ | ۴۴ | ۲۱۰۰ | ۲۱ |
| ۲۰ | ۲/۲ | ۱۷/۷ ۵ | ۴۰ | ۱۷/۷ ۵ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۶۲ | ۶ | ۲/۶ | ۱۶ | ۴۱ | ۱۶ | ۴۱ | ۲۱۰۰ | ۲۲ |
| ۲۰ | ۲/۴ | ۱۷/۲ ۵ | ۴۲/۹ | ۱۹ | ۴۴/۲ ۵ | ۲۱۴۰ | ۶۳ | ۱۸ | ۲۲/۶ | ۱۶ | ۴۱ | ۱۶ | ۴۱ | ۲۱۰۰ | ۲۳ |
| ۱۲ | ۲/۲ | ۱۹/۵ | ۴۳ | ۱۹/۵ | ۴۳ | ۲۱۰۰ | ۶۴ | ۲۲ | ۲/۵ | ۱۵/۵ | ۳۹ | ۱۶ | ۴۱ | ۲۱۵۰ | ۲۴ |
| ۱۶ | ۲/۱۹ | ۱۸/۷ ۵ | ۴۱ | ۱۸/۷ ۵ | ۴۱ | ۲۱۰۰ | ۶۵ | ۱۵ | ۲/۵ | ۱۵/۵ | ۳۹ | ۱۵/۵ | ۳۹ | ۲۱۰۰ | ۲۵ |
| ۹ | ۲/۲ | ۱۷/۷ ۵ | ۳۹/۵ | ۱۸ | ۴۱/۵ | ۲۲۰۰ | ۶۶ | ۱۶ | ۲/۵ | ۱۵/۵ | ۳۹ | ۱۵/۵ | ۳۹ | ۲۱۰۰ | ۲۶ |
| ۱۰ | ۲/۵ | ۱۶ | ۴۰ | ۲۴ | ۴۰ | ۲۴۰۰ | ۶۷ | ۱۸ | ۲/۶ | ۱۶/۵ | ۴۲/۵ | ۱۵ | ۳۹ | ۲۰۱۰ | ۲۷ |
| ۱۰ | ۳/۲۵ | ۱۲ | ۳۹ | ۱۲ | ۳۹ | ۲۱۰۰ | ۶۸ | ۲۶ | ۲/۶ | ۱۶ | ۴۱ | ۱۷/۲ ۵ | ۴۳ | ۲۱۵۰ | ۲۸ |
| ۱۰ | ۳/۷ | ۱۱/۲ ۵ | ۴۲ | ۱۱/۲ ۵ | ۴۲ | ۲۱۰۰ | ۶۹ | ۴۰ | ۲/۶ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۹/۵ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۲۹ |
| ۱۲ | ۳/۷ | ۱۱/۲ ۵ | ۴۲ | ۱۱/۲ ۵ | ۴۲ | ۲۱۰۰ | ۷۰ | ۳۴ | ۲/۵ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۸/۷ ۵ | ۱۵/۲ ۵ | ۳۸/۷ ۵ | ۲۱۰۰ | ۳۰ |
| ۱۸ | ۳/۶ | ۱۱/۵ | ۴۱/۵ | ۱۱/۵ | ۴۱/۵ | ۲۱۰۰ | ۷۱ | ۳۵ | ۲/۵ | ۱۶ | ۳۹/۵ | ۱۶ | ۳۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۳۱ |
| ۱۸ | ۳/۴۷ | ۱۳/۲ ۵ | ۴۶ | ۱۱/۵ | ۴۲ | ۲۰۲۰ | ۷۲ | ۴۰ | ۲/۵ | ۱۶ | ۳۹/۵ | ۱۶ | ۳۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۳۲ |
| ۲۴ | ۳/۳۸ | ۱۳ | ۴۴ | ۱۳/۷ ۵ | ۴۶ | ۲۱۴۰ | ۷۳ | ۴۰ | ۲/۵ | ۱۶ | ۳۹/۵ | ۱۶ | ۳۹/۵ | ۲۱۰۰ | ۳۳ |
| ۱۸ | ۳/۲ | ۱۳ | ۴۲ | ۱۳ | ۴۲ | ۲۱۰۰ | ۷۴ | ۳۵ | ۲/۴۷ | ۱۷ | ۴۲ | ۱۵/۵ | ۳۹/۵ | ۲۰۵۰ | ۳۴ |
| ۲۵ | ۳/۶ | ۱۱ | ۴۰ | ۱۲/۵ | ۴۳ | ۲۱۶۰ | ۷۵ | ۳۰ | ۲/۳ | ۱۷ | ۳۹ | ۱۸/۷ ۵ | ۴۲/۵ | ۲۱۸۰ | ۳۵ |
| ۲۴ | ۳/۵ | ۱۲ | ۴۲ | ۱۲ | ۴۲ | ۲۱۰۰ | ۷۶ | ۴۰ | ۲/۳ | ۱۶/۵ | ۳۸/۵ | ۱۶/۵ | ۳۸/۵ | ۲۱۰۰ | ۳۶ |
| ۲۸ | ۳/۶ | ۱۲/۵ | ۴۶ | ۱۱ | ۴۲ | ۲۰۴۰ | ۷۷ | ۴۰ | ۲/۳ | ۱۶/۵ | ۳۸/۵ | ۱۶/۵ | ۳۸/۵ | ۲۱۰۰ | ۳۷ |
| ۴۰ | ۳/۴ | ۱۱/۵ | ۴۰ | ۱۲/۵ | ۴۶ | ۲۱۶۰ | ۷۸ | ۳۰ | ۲/۲ | ۱۸ | ۴۰ | ۱۸ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۳۸ |
| ۳۸ | ۳/۴ | ۱۱/۷ ۵ | ۴۰ | ۱۱/۷ ۵ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۷۹ | ۳۰ | ۲/۲ | ۱۸ | ۴۰ | ۱۸ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۳۹ |
| ۴۰ | ۳/۶ | ۱۲ | ۴۰ | ۱۲ | ۴۰ | ۲۱۰۰ | ۸۰ | ۱۶ | ۲/۲۳ | ۱۷ | ۳۸ | ۱۷ | ۳۸ | ۲۱۰۰ | ۴۰ |

TPM



$$m = \frac{H-L}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad b = \frac{X_{\max} \cdot L - X_{\min} \cdot H}{X_{\max} - X_{\min}}$$

L H

X_{\max}, X_{\min}

X_i

[]

[]

$$X_n = \frac{2(X - X_{\min})}{X_{\max} - X_{\min}} - 1$$

[L, H]

()

()

[]

()

[]

(ANFIS)

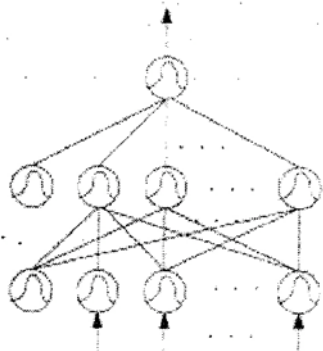
(Adaptive-Neural Network-based Fuzzy Inference Systems)

[]

(Jang)

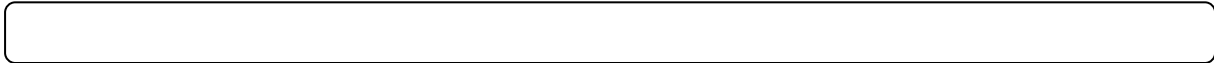
[]

SPSS



[L, H]

$$X_{\text{scaled}} = mX_i + b$$



(MFNN)
(Backpropagation)

$$R^2 = \frac{(\sum (R_i - \bar{R})(\hat{R}_i - \bar{\hat{R}}))^2}{(\sum (R_i - \bar{R})^2)(\sum (\hat{R}_i - \bar{\hat{R}})^2)}$$

$$MAE = \frac{1}{n} \sum |R_i - \hat{R}_i|$$

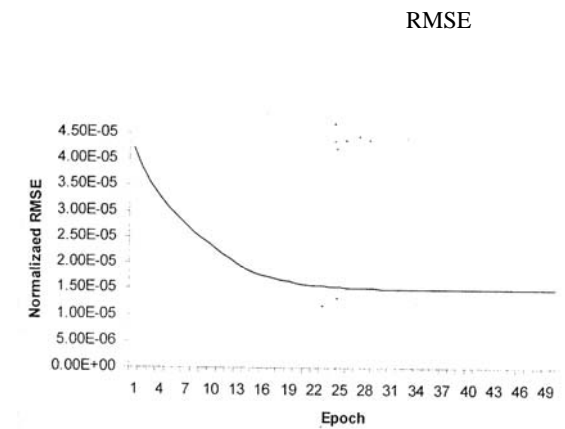
$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \frac{|R_i - \hat{R}_i|}{R_i}$$

$$NMSE = \frac{1}{n} \sum \frac{(R_i - \hat{R}_i)^2}{R_i^2}$$

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (R_i - \hat{R}_i)^2$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (R_i - \hat{R}_i)^2}$$

| R ² | MAE | MAPE | NMSE | MSE | RMSE | |
|----------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------------------------|
| ۰/۹۹۹۹ | ۱۶/۹۶۳۷ | ۰/۲۸۹۲ | ۰/۰۰۰۱۷ | ۲۶۶۸/۶ | ۵۱/۶۵۸ | شبکه‌های عصبی فازی |



<x<

()

()

| | | | | | | | | | | | |
|------------|--------|----|------------|--------|----|------------|------|----|------------|------|----|
| عدم بازرسی | ۲۱۲۴/۶ | ۶۱ | بازرسی | ۲۱۷۶/۸ | ۴۱ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۱ | بازرسی | ۲۰۴۰ | ۱ |
| بازرسی | ۲۱۸۸/۵ | ۶۲ | عدم بازرسی | ۲۱۰۶/۶ | ۴۲ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۲ | بازرسی | ۲۰۶۰ | ۲ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۶۳ | بازرسی | ۲۱۸۹/۶ | ۴۳ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۳ | بازرسی | ۲۰۶۰ | ۳ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۶۴ | عدم بازرسی | ۲۱۲۳/۸ | ۴۴ | بازرسی | ۲۱۵۰ | ۲۴ | بازرسی | ۲۰۲۰ | ۴ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۶۵ | عدم بازرسی | ۲۰۹۵/۶ | ۴۵ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۵ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۵ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۶۶ | عدم بازرسی | ۲۰۸۹/۲ | ۴۶ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۶ | بازرسی | ۱۹۸۰ | ۶ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۶۷ | عدم بازرسی | ۲۱۲۶/۴ | ۴۷ | بازرسی | ۲۰۱۰ | ۲۷ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۷ |
| بازرسی | ۲۱۸۵/۲ | ۶۸ | بازرسی | ۲۱۶۰ | ۴۸ | بازرسی | ۲۱۵۰ | ۲۸ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۸ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۶۹ | بازرسی | ۲۱۶۹ | ۴۹ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۹ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۹ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۰ | بازرسی | ۲۱۴۳ | ۵۰ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۰ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۱۰ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۱ | عدم بازرسی | ۲۰۷۷/۸ | ۵۱ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۱ | بازرسی | ۲۰۵۰ | ۱۱ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۲ | عدم بازرسی | ۲۰۷۳/۱ | ۵۲ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۲ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۱۲ |
| عدم بازرسی | ۲۱۲۱/۵ | ۷۳ | بازرسی | ۲۱۵۷/۶ | ۵۳ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۳ | بازرسی | ۲۱۶۰ | ۱۳ |
| بازرسی | ۲۱۸۷/۲ | ۷۴ | بازرسی | ۲۱۶۳/۵ | ۵۴ | بازرسی | ۲۰۵۰ | ۳۴ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۱۴ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۵ | بازرسی | ۲۰۶۰/۴ | ۵۵ | بازرسی | ۲۱۸۰ | ۳۵ | بازرسی | ۲۱۸۰ | ۱۵ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۶ | بازرسی | ۲۲۰۰/۲ | ۵۶ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۶ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۱۶ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۷ | بازرسی | ۲۱۹۰ | ۵۷ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۷ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۱۷ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۸ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰/۸ | ۵۸ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۸ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۱۸ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۷۹ | عدم بازرسی | ۲۰۹۵/۹ | ۵۹ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۳۹ | بازرسی | ۲۰۰۰ | ۱۹ |
| بازرسی | ۲۱۹۰ | ۸۰ | بازرسی | ۲۱۹۸/۱ | ۶۰ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۴۰ | عدم بازرسی | ۲۱۰۰ | ۲۰ |

7. He Z. Wu M. Gong B, (1992) Neural network and its application on machinery fault diagnostics. IEEE International Conference on Systems Engineering; 576-579.
8. Knapp GM. Wang HP, (1992) Machine fault classification: A neural network approach. J Production Research; 811-823.
9. Becraft WR. Lee P L, (1993) An integrated neural network/expert system approach for fault diagnosis. J Computers and Chemical Engineering; 1001-1014.
10. Knapp G M. Javadpour R. Wang HP, (2000) An ARTMAP neural network-based machine condition monitoring system. J Quality in Maintenance Engineering; 86-105.
11. Bansal D. Evans DJ. Jones B, (2005) Application of a real-time predictive maintenance system to a production machine system. J Machine tools and manufacture; 1210-1221.
12. Lucifredi A. Mazziari C. Mrossi, (2000) Application of Multiregressive Linear models, dynamic kriging models and neural network models to predictive maintenance of Hydroelectric power systems, Mechanical systems and signal processing; 14(3), 471-494.
13. Molina J.M. Isasi P. Berlanga A. Sanchis A, (2000) Hydroelectric power plant management relying on neural networks and expert system integration, Engineering Applications of Artificial Intelligence; 13, 357-369.
14. Bansal D. Evans D. Jones B, (2006) bjest: A reverse algorithm for the real-time predictive maintenance system, International Journal of Machine Tools & Manufacture; (46) 1068-1078.
15. Wittkemper H. Steiner M, (1996) Using neural networks to forecast the systematic risk of stocks. J European Journal of Operational research; 577-588.
16. Kim Yong Seog, (2004) An intelligent system for customer targeting: a data mining approach. J Decision Support Systems; 215-228.
17. Spearman C, (1904) General intelligence: objectively determined and measured, American Journal of Psychology; (15) 92-201.
19. Wilson ID. Paris SD. Ware JA. Jenkins DH, (2002) Residential property price time series forecasting with neural networks, Knowledge-based systems; 335-341.

(PCA)

1. Javadpour R. Knapp GM, (2003) A fuzzy neural network approach to machine condition monitoring. J Computers and industrial engineering; 323-330.

()

()

()

5. Swanson I, (2001) Linking maintenance Strategies to performance. J Production economic; 237-244.
6. Mitra S. Pal S K, (1995) Fuzzy multi-layer perceptron, inferencing and rule generation. IEEE Transaction on Neural Networks; 51-63.

21. Jang JSR, (1993) ANFIS: Adaptive-Network-based Fuzzy Inference Systems. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics; 665-685.

20. Jang JS R, (1991) Fuzzy Modeling Using Generalized Neural Networks and Kalman Filter Algorithm, Proc. Of the Ninth National Conf. on Artificial Intelligence (AAAI-91); 762-767.

